

## ОЦЕНКА ОДНОРОДНОСТИ СЫРЬЯ УРАЛА ПРИ РАЗРАБОТКЕ ШЛАКОВОЙ ОСНОВЫ СВАРОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

*Проведена оценка однородности габброидной группы Урала при разработке шлаковой основы сварочных материалов. Установлен коэффициент однородности по оксидному химическому составу, равный 1–1,5 для даек габброидной группы Урала.*

**Ключевые слова:** коэффициент однородности, минеральное сырье, сварочные материалы, шлаковая основа.

Один из важных факторов для производства сварочных материалов и основной критерий применимости минерального сырья для сварочной отрасли - однородность месторождений по химическому составу, по минеральному составу, по механическим и другим физико-химическим свойствам. Многие предприятия по изготовлению сварочных материалов в период перестройки на территории Пермского края и Урала в целом закрылись по причине отсутствия надлежащего входного и выходного контроля сырья, ведь в сварочной отрасли нет такого термина, как однородность месторождения исходного сырья. Требуется и контролировать каждый раз сырье перед изготовлением материалов и знать, что не потребуются обогащение и дополнительные затраты на требуемый химический состав сырья. Это достигается переплавкой и, тем самым, усреднением химического состава, что делает его более стабильным для плавленных флюсов [2; 11].

На основании исследований свойств и составов минерального сырья и техногенных образований Уральского региона определен набор характеристик, обеспечивающих принципиальную возможность применения указанных компонентов в качестве шихты основы сварочных материалов.

Установлен коэффициент однородности месторождений, который рассчитывается из максимального и минимального отклонения химического состава геологических образцов породы в дайках и месторождениях. И самым минимальным и, следовательно, лучшим коэффициентом однородности из большинства геолого-разведанных месторождений Урала (более 40 даек по Пермскому краю и Свердловской области, более 10 Республики Башкортостан, несколько даек Курганской, Челябинской областей и др.) обладают несколько месторождений, а именно Ломовское (п. Теплая гора, Пермский край), Первоуральское (г. Первоуральск, Свердловская область) и, следовательно, техногенные образования камнелитейного производства (Первоуральского завода горного оборудования) (табл. 1).

Расчет коэффициента однородности откорректирован из диссертации Кора И. М. «Литология и возможности использования вскрышных пород Латненского, Лебединского и Стойленского месторождений в качестве полезных ископаемых», где основное назначение его было в расчете кварцевого песка, однако для расчета однородности даек учитываются 7 основных коэффициентов по каждому оксиду [1; 5; 6]:

$$K_{\text{общ}} = (K_{\text{SiO}_2} + K_{\text{TiO}_2} + K_{\text{Al}_2\text{O}_3} + K_{\text{FeO}+\text{Fe}_2\text{O}_3} + K_{\text{MgO}} + K_{\text{CaO}} + K_{\text{K}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O}}) / SK$$

$$K_n = \max (\%) / \min (\%),$$

где  $K_{\text{общ}}$  – обобщенный коэффициент однородности месторождения,  $K_n$  – коэффициент однородности по каждому оксиду. SK – сумма коэффициентов  $K_n$ .

Необходимо так же учесть и максимальное и минимальное отклонение состава по таким оксидам, как  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{FeO}+\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{K}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O}$ . Из соображений разброса оксидного химического состава шлаковой основы сварочных материалов и последствий на сварочно-технологические свойств и качество формирования сварного шва,  $K_n$  этих оксидов не должен превышать 2–2,5, а общий коэффициент однородности 1,5. Кроме того, к шихте сварочных материалов предъявляется требование – низкое содержание оксидов железа, поэтому, ориентировочно, для даек габброидной группы содержание оксидов

FeO + Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> не должно превышать 15 мас. %. Эти и предыдущие данные подтверждаются стыковыми испытаниями плавки различных даек пород и последующей сваркой под шлаковыми основами [3; 4; 8–10].

Таблица 1

Мониторинг природных и техногенных образований Урала для разработки шлаковой основы в производстве сварочных материалов

Месторождение	Степень однородности	Оксидный химический состав, мас. %											
		SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO+Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MnO	MgO	CaO	K <sub>2</sub> O Na <sub>2</sub> O	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	S	CO <sub>2</sub>
Сарановское (п. Сараны)	6,48	42,8-50,1	0,1-0,3	14,5-29,2	1,2-8,8	<0,1	1,6-15,8	7,2-16,2	0,4-7,9	0-0,1	<0,1	<0,01	<3,0
Шакюревский массив (п. Косью)	3,65	41,2-52,3	0,3-1,8	10,3-19,0	4,9-21,0	0,1-0,2	6,6-19,5	5,6-12,5	0,8-5,6	0-0,1	<0,6	<0,01	<1,5
Массив г. Ночник	2,46	46,7-51,3	0,3-1,5	12,1-17,0	7,7-16,9	<0,2	4,4-9,2	8,1-14,2	1,0-3,7	-	<0,1	-	-
Габбродолериты Усьвинского комплекса (Вост.)	11,00	43,6-52,6	0,4-3,4	8,1-18,1	3,8-26,3	<0,3	2,2-18,2	1,3-13,7	0,2-7,3	<0,3	<2,8	<0,3	<4,6
Ломовское (п. Теплая гора)	1,19	46,6-48,6	3,0-4,4	12,4-13,3	8,6-13,3	0,1-0,2	3,7-4,2	8,3-8,5	3,5-3,7	-	<0,6	<0,03	-
Трахидолериты Усьвинского комплекса (Восточный пояс)	3,09	45,6-51,3	1,2-2,7	8,6-17,3	7,9-16,9	0,1-0,2	4,8-8,2	4,8-10,9	1,1-11,2	-	<0,4	<0,3	<3,6
Первоуральское (г. Первоуральск)	1,49	43,6-49,5	1,6-2,6	11,7-13,5	9,8-15,0	-	7,5-9,1	9,0-10,6	1,0-2,5	<0,5	-	<0,03	-
Пикриты Верхнекойв. массива	1,97	40,1-43,9	0,9-1,6	4,0-7,2	10,0-16,2	0,16-0,2	20,0-27,5	1,4-7,2	<0,4	-	<0,4	<0,02	<0,2
Метадолериты Кусьинского массива	2,56	44,1-51,5	1,1-2,8	13,2-16,7	5,5-18,7	0,1-0,2	2,9-9,0	4,0-14,8	1,9-5,3	-	<0,9	-	<0,3
Монцогаббро (Хмелевской массив)	2,09	37,2-44,8	3,0-5,5	8,9-16,6	9,6-24,6	0,2-0,3	4,9-11,0	6,0-10,6	1,8-5,8	-	<1,8	-	-
Дублинский массив	3,81	39,3-49,8	1,7-4,9	6,6-12,7	5,6-47,4	0,2-0,4	1,7-6,9	5,3-10,4	0,7-4,3	-	<1,1	<0,4	<0,7
Журавликский массив	5,03	45,5-55,9	0,7-3,5	11,7-16,5	6,2-25,5	<0,3	3,7-9,3	1,5-12,4	0,7-8,9	-	<1,7	-	-
техногенные образования ПЗГО	-	39,5	0,9	26,4	12,7	-	8,9	6,7	4,3	0,5	-	<0,03	-

Таким образом, приведена оценка однородности минерального сырья Урала при разработке шлаковой основы сварочных материалов по коэффициенту однородности оксидного химического состава. Установлен интервал коэффициента однородности, равный 1–1,5, для даек габброидной группы Урала.

## Литература

1. Наумов С. В. Современные методы определения гранулометрического состава порошкообразных компонентов сварочных материалов // Вестник ПГТУ. Машиностроение, Материаловедение. 2012. Т. 14. № 1. С. 76–84.
2. Игнатова А. М., Наумов С. В. Исследование доли летучих компонентов при термическом разложении сварочных материалов на основе синтетических минеральных сплавов: сборник мат-ов конференции «Исследование материалов с использованием метод термического анализа, калориметрии и сорбции газа». СПб.: ООО «Гипроникель», 2012. С. 14–22.
3. Сварочные плавящиеся флюсы на основе минерального сырья Пермского края: сборник мат-ов всерос. заоч. науч.-техн. конф. «Современные проблемы повышения эффективности сварочного производства» / С. В. Наумов, А. О. Артемов, А. М. Игнатова, М. Н. Игнатов. Тольятти: ТГУ. 2011. С. 145–150.
4. Наумов С. В., Игнатова А. М., Кучев П. С. Минеральное сырье Пермского края как основное сырье технологии производства сварочных материалов: сб. тр. VI междунар. науч.-практ. конф. «Качество науки – качество жизни». Тамбов, 2010. С. 32–34.
5. Минералого-петрографическая характеристика техногенных минеральных ресурсов Урала и Предуралья для их переработки петруггией / А. О. Артемов, С. В. Наумов, А. М. Игнатова, М. Н. Игнатов // Георесурсы. 2012. № 6 (48). С. 79–83.
6. Игнатова А. М., Артемов А. О., Наумов С. В. Информативность методов и алгоритм оценки и выбора петруггического сырья // Научно-технический вестник Поволжья. 2012. № 4. С. 111–115.
7. Чернов В. П. Влияние химического состава и технологических факторов на структуру и механические свойства шлако-каменного литья // Вопросы прикладной химии: Межвуз. сб. тр. Магнитогорск: МГТУ, 1999. С. 135–142.

8. Наумов С. В., Игнатова А. М. Использование сырьевых и вторичных ресурсов горнодобывающего и перерабатывающего комплексов Урала в технологии производства сварочных материалов: мат-лы Всерос. науч. конф. мол. ученых «Наука. Технологии. Инновации». Новосибирск: НГТУ, 2012. С. 216–219.

9. Наумов С. В. Рациональное использование минеральных нерудных ресурсов Пермского края для производства сварочных материалов: мат-лы работ победителей и лауреатов Всероссийского конкурса научно-исследовательских работ студентов и аспирантов в области технических наук. СПб.: СПбГТУ, 2012. С. 205–207.

10. Наумов С. В. Использование минеральных и техногенных горнометаллургических ресурсов Пермского края в производстве сварочных материалов: сб. докл. науч. техн. конф. «Сварка и диагностика – 2012». Екатеринбург: ЗАО «Уральские выставки», 2012. С. 129–133.

11. Наумов С. В. Алгоритм полного цикла разработки сварочных материалов от оценки пригодности минерального сырья месторождений до технологических характеристик сварных соединений: сб. трудов всерос. молодеж. науч.-практ. конф. с междунар. участием «Инженерная мысль машиностроения будущего». Екатеринбург: УрФУ, 2012. С. 132–136.

12. Левинсон-Лессинг Ф. Ю. Базальтовое литье // Минеральное сырье. № 4. 1927. С. 23–27.

13. Игнатова А. М., Наумов С. В., Кучев П. С. Использование силикатного анализа для оценки пригодности минеральных ресурсов Пермского края в качестве сырья сварочных материалов: сб. науч. тр. краев. дистанц. науч.-практ. конф. «Молодежная наука Прикамья-2010». Пермь: ПГТУ, 2010. С. 131–134.

14. Облицовочные и поделочные камни Пермской области / И. С. Данилевич, Л. И. Захаров, А. С. Козлов, С. А. Пушкин. Пермь: ПГГП «Пермгеолнеруд», 1998.